

# Respiratory protective device.

**Patent number:** DE69409024 (T2)  
**Publication date:** 1998-10-22  
**Inventor(s):** BLACKWOOD THOMAS [GB]; GOVAN KENNETH MCINTOSH [GB]; WILKIE JACQUELINE [GB]; DEACON ALASTAIR MCDONALD [GB]; GRANT ANDREW DOUGLAS [GB]; STICKLAND MATTHEW THOMAS [GB] +  
**Applicant(s):** MSA BRITAIN LTD [GB] +  
**Classification:**  
- international: **A62B18/00; A62B18/00;** (IPC1-7): A62B18/00  
- european: A62B18/00D  
**Application number:** DE19946009024T 19940411  
**Priority number(s):** GB19930007733 19930414

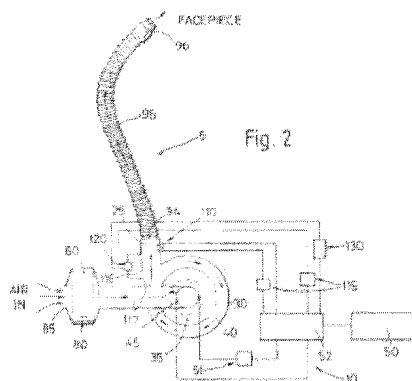
## Also published as:

EP0621056 (A1)  
EP0621056 (B1)  
US5577496 (A)  
CA2121157 (C)  
AU5938494 (A)

more >>

Abstract not available for DE 69409024 (T2)  
Abstract of correspondent: **EP 0621056 (A1)**

There is disclosed a respiratory protective device, and a related powered filtering device. Known devices, suffer from a number of problems, such as liability to failure, overworking and lack of fault indication. Accordingly, one aspect of the present invention provides a respiratory protective device (5) providing a powered filtering device (10) comprising a housing (15) having at least one inlet (20) and an outlet (25), pump means (35) being provided between the at least one inlet and the outlet for pumping air therebetween, a filter(s) being provided in association with the inlet(s) and/or outlet, the outlet being connected to a first end (94) of a breathing hose (45), the second end (96) of the breathing hose being connected to a facepiece (100), the powered filtering device further comprising means (110); for controlling the pump means provided at or near the outlet of the housing for controlling air flow between the inlet(s) and the outlet(s) in response to a wearers breathing pattern.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
A 62 B 18/00

⑥⑦ EP 0 621 056 B 1

⑩ DE 694 09 024 T 2

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 694 09 024,7  
⑥⑥ Europäisches Aktenzeichen: 94 302 549.4  
⑥⑥ Europäischer Anmeldetag: 11. 4. 94  
⑥⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 26. 10. 94  
⑥⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 18. 3. 98  
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22. 10. 98

⑤① Unionspriorität:  
9307733 14. 04. 93 GB

⑦③ Patentinhaber:  
MSA (Britain) Ltd., Coatbridge, GB

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Meldau u. Strauß, 33330 Gütersloh

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:  
DE, DK, ES, FR, GB, IT, NL, SE

⑦② Erfinder:

Blackwood, Thomas, Lanarkshire ML12 6JL, GB;  
Govan, Kenneth McIntosh, Glasgow G62 JD, GB;  
Wilkie, Jacqueline, Pollokshields Glasgow G41 4LX,  
GB; Deacon, Alastair McDonald, Lenzie Glasgow  
G66 5NS, GB; Grant, Andrew Douglas, Barassie  
Troon KA10 6SU, GB; Stickland, Matthew Thomas,  
Stewarton Ayrshire KA3 3EW, GB

⑤④ Atemschutzgerät

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 09 024 T 2

DE 694 09 024 T 2

17.05.99

94302549.4

### STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft Atemschutzgeräte und insbesondere eine verbesserte Filtereinrichtung mit Antrieb zur Verwendung in einem Atemschutzgerät.

Soweit wie möglich entspricht die in dieser Druckschrift gewählte Terminologie der Europa-Norm EN 132:1990, deren Ziel und Zweck darin besteht, eine einheitliche Interpretation der auf diesem Gebiet der Technik üblichen Termini sicherzustellen und damit Zweideutigkeiten derselben auszuschliessen.

Es sind bereits Filtereinrichtungen mit Antrieb bzw. Turbo-Filtereinrichtungen bekannt, bei denen durch ein angetriebenes Gebläse, das der Benutzer normalerweise von einem Körpergurt getragen mit sich führt, Luft zu einem Gesichtsteil gefördert wird. Die Einrichtung kann über einen Atemschlauch mit dem Gesichtsteil verbunden werden.

Auch sind Filtereinrichtungen mit Antrieb bekannt, die bis zu einem gewissen Grade dem jeweiligen Luftbedarf des Benutzers angepasst sind. So ist beispielsweise in der GB 2 032 284 B (RACAL) ein Atemgerät mit Detektoreinrichtungen beschrieben, welche den Ausatemvorgang des Benutzers erfassen und mit einer Steuereinrichtung verbunden sind, die zumindest den Luftdurchsatz durch die Filtereinrichtung und zum Benutzer wenigstens während eines Teils eines jeden Ausatemvorgangs innerhalb eines Atemzyklus des Benutzers reduziert.

Diese vorbekannten Einrichtungen sind jedoch mit einer Reihe von Problemen und Nachteilen behaftet. So sind gemäss GB 2 032 284 B die Detektoreinrichtungen in oder nahe einem Einlass zu einer Haube oder einem Gesichtsteil angeordnet, der sich auf der von der Steuereinrichtung abgewandten Seite befindet und mit dieser verbunden ist über

ein Elektrokabel, das sich also im Innern des flexiblen Atemschlauchs befindet. Durch diese Flexibilität des Schlauchs wird das Kabel geschwächt, so dass die Wahrscheinlichkeit besteht, dass es bei der Benutzung zu Bruch geht.

Damit besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, das vorbeschriebene Problem bzw. den vorbeschriebenen Nachteil auszuschalten oder zu mindern.

Ein weiteres Problem ist bei den vorbekannten Filtereinrichtungen dadurch gegeben, dass sie dem Benutzer Luft verschwenderisch zuführen, wenn dieser keine benötigt. Dies führt zu einem unnötigen Verbrauch an Filterkapazität und verursacht Unbehagen beim Benutzer.

Wenngleich bei den teilweise bedarfsangepassten Einrichtungen wie beispielsweise in der GB 2 032 284 B (RACAL) beschrieben, bereits Massnahmen getroffen sind, um dieses Problem zu mindern, wird hier durch übermässige Inanspruchnahme des Geräts immer noch wertvolle elektrische Energie verschwendet.

Damit besteht eine weitere Aufgabe der Erfindung darin, dieses vorstehend beschriebene Problem auszuschalten bzw. zu verkleinern.

Ein weiterer Nachteil vieler vorbekannter Filtereinrichtungen mit Antrieb ist darin zu sehen, dass bei ihnen keinerlei Vorkehrung zur Messung des Luftdurchsatzes getroffen ist. Damit erhält der Benutzer keinen Hinweis auf innerhalb der Einrichtung auftretende Störungen wie ein Abfallen des Luftdurchsatzes unter eine vorgegebene Sicherheits-Mindestgrenze, beispielsweise durch Zusetzen des Filters.

Somit liegt eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, auch diesen vorbeschriebenen Nachteil auszuschalten bzw. zu verringern.

ZUSAMMENFASSENDE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Gemäss einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein Atemschutzgerät geschaffen mit einer Filtereinrichtung mit Antrieb bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens einem Einlass und einem Auslass, einer zwischen dem mindestens einen Einlass und dem Auslass angeordneten Pumpe zur Förderung von Luft zwischen denselben, und einem Filter bzw. einer Anzahl von Filtern, das/die dem Einlass/ den Einlässen zugeordnet ist/sind, wobei der Auslass mit einem ersten Ende eines Atemschlauchs und ein zweites Ende des Schlauchs mit einem Gesichtsteil verbunden ist, und wobei die Filtereinrichtung mit Antrieb weiterhin in oder nahe dem Auslass des Gehäuses eine Einrichtung zur Regulierung der Pumpe zwecks Steuerung der Grösse des Luftdurchsatzes zwischen dem Einlass/den Einlässen und dem Auslass entsprechend dem jeweiligen Atemmodus des Benutzers aufweist.

Das Gesichtsteil kann z.B. in Form einer Vollmaske, einer Halbmaske, einer Viertelmaske oder eines Mundstückes bzw. als Teil eines Helms, einer Haube, eines Kittels oder eines Anzugs vorgesehen sein.

Die Steuereinrichtung weist vorzugsweise einen mit einem Mikroregler verbundenen Drucksensor auf, welcher im praktischen Einsatz ein von dem Drucksensor erzeugtes elektrisches Signal periodisch mit einem im Regler gespeicherten Sollwert vergleicht und ein entsprechendes Fehlersignal erzeugt, wobei die Pumpe betriebsmässig so gesteuert wird, dass das Fehlersignal weitgehendst minimiert wird.

Das bzw. jedes Filter ist in einem mit dem jeweiligen Einlass verbindbaren Filtergehäuse untergebracht.

Wahlweise ist das bzw. jedes Filter in dem Gehäuse der Filtereinrichtung mit Antrieb angeordnet.

Nach einer zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein Atemschutzgerät geschaffen mit einer Filtereinrichtung mit Antrieb bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens einem Einlass und einem Auslass, einer zwischen dem mindestens einen Einlass und dem Auslass

angeordneten Pumpe zur Förderung von Luft zwischen denselben sowie Steuereinrichtungen zur Regulierung der Pumpe in bzw. nahe dem Gehäuseauslass zur Steuerung der Grösse des Luftdurchsatzes zwischen dem Einlass/den Einlässen und dem Auslass entsprechend dem jeweiligen Atemmodus des Benutzers.

Eine dritte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Schaffung eines Atemschutzgeräts mit einer Filtereinrichtung mit Antrieb bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens einem Einlass und einem Auslass, einer zwischen dem mindestens einen Einlass und dem Auslass angeordneten Pumpe zur Förderung von Luft zwischen denselben, und einem Filter bzw. einer Anzahl von Filtern, das/die dem Einlass/den Einlässen bzw. dem Auslass zugeordnet ist/sind, wobei der Auslass mit einem ersten Ende eines Atemschlauchs und das zweite Ende des Schlauchs mit einem Gesichtsteil verbunden ist, und wobei das Atemschutzgerät weiterhin eine Einrichtung zur Regulierung der Pumpe und damit zur Steuerung der Grösse des Luftdurchsatzes zwischen dem Einlass/den Einlässen und dem Auslass entsprechend dem jeweils vorhergehenden Atemmodus des Benutzers aufweist.

Dieses Atemschutzgerät arbeitet damit nach dem Prinzip der Vorausbestimmung des kommenden Atemmodus auf der Basis des jeweils vorhergehenden.

Die Steuereinrichtung weist vorzugsweise einen Drucksensor auf, der verbunden ist mit einem Mikroregler mit einer Einrichtung zur Speicherung von den jeweils vorhergehenden Atemmodus des Benutzers repräsentierenden Daten sowie einer Einrichtung zur Vorausbestimmung des zu erwartenden Luftbedarfs des Anwenders und entsprechenden Regulierung der Pumpe.

Der Drucksensor ist vorzugsweise in oder nahe dem Gehäuseauslass angeordnet. Es versteht sich jedoch, ihn zweckmässigerweise auch im Innern des Atemschlauchs oder des Gesichtsteils anzuordnen.

Eine vierte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung betrifft eine

17.08.98

Filtereinrichtung mit Antrieb bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens einem Einlass und einem Auslass, einer zwischen dem mindestens einen Einlass und dem Auslass angeordneten Pumpe zur Förderung von Luft zwischen denselben sowie einer Einrichtung zur Regulierung der Pumpe und damit zur Steuerung der Grösse des Luftdurchsatzes zwischen dem Einlass/den Einlässen und dem Auslass entsprechend dem jeweils vorhergehenden Atemmodus des Benutzers.

Die Steuereinrichtung umfasst vorzugsweise einen Drucksensor im Gehäuseauslass, der mit einem innerhalb des Gehäuses angeordneten Mikroregler verbunden ist.

Gemäss einer fünften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein Atemschutzgerät geschaffen mit einer Filtereinrichtung mit Antrieb bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens einem Einlass und einem Auslass, einer zwischen dem mindestens einen Einlass und dem Auslass angeordneten Pumpe zur Förderung von Luft zwischen denselben, und einem Filter bzw. einer Anzahl von Filtern, das/die dem Einlass/den Einlässen zugeordnet ist/sind, wobei der Auslass mit einem ersten Ende eines Atemschlauchs und ein zweites Ende des Schlauchs mit einem Gesichtsteil verbunden ist, und wobei das Atemschutzgerät weiterhin aufweist eine Einrichtung zum Erfassen des Absinkens der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Atemschutzgerät unter einen ersten Sollwert sowie eine Einrichtung zur Regulierung der Pumpe dergestalt, dass bei unter den ersten Sollwert abgefallener Grösse des Luftdurchsatzes eine über diesem ersten Sollwert liegende Grösse des Luftdurchsatzes wiedererlangt wird.

Die Erfassungseinrichtung erfasst weiterhin ein Absinken der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Atemschutzgerät unter einen unterhalb des ersten liegenden zweiten Sollwert und weist ausserdem eine Meldeeinrichtung auf, die dem Benutzer anzeigt, wenn die Grösse des Luftdurchsatzes unter den zweiten Sollwert abgefallen ist.

Die Erfassungseinrichtung weist darüberhinaus einen zwischen dem Einlass/den Einlässen und dem Auslass angeordneten Luftströmungskanal

17.05.99

mit einem darin angeordneten Thermistor auf, der mit einem Mikroegler und einer akustischen bzw. optischen Meldeeinrichtung verbunden ist, wobei der Mikroregler den ersten und zweiten Sollwert speichert und wobei im praktischen Einsatz ein vom Thermistor erfasstes Signal mit dem/den gespeicherten Sollwert(en) vergleicht und die Pumpen-Steuer-einrichtung die Pumpe so regelt, dass bei unter den ersten Sollwert abgefallener Grösse des Luftdurchsatzes ein Luftdurchsatz wiedererlangt wird, der über diesem ersten Sollwert liegt, wenn das erfasste Signal kleiner ist als der erste Sollwert, oder die Meldeeinrichtung aktiviert wird, wenn das erfasste Signal kleiner ist als der zweite Sollwert.

Die Erfassungseinrichtung ist in oder nahe dem Auslass angeordnet.

Eine sechste Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Schaffung einer Filtereinrichtung mit Antrieb bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens einem Einlass und einem Auslass, einer zwischen dem mindestens einem Einlass und dem Auslass angeordneten Pumpe, einer Vorrichtung, die das Absinken der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Gerät unter einen ersten Sollwert anzeigt, und einer Steuervorrichtung zur Regulierung der Pumpe dergestalt, dass eine über dem ersten Sollwert liegende Grösse des Luftdurchsatzes wiedererlangt wird, wenn dieser unter den ersten Sollwert abgesunken war. Die Erfassungseinrichtung erfasst weiterhin, wenn die Grösse des Luftdurchsatzes durch das Atemschutzgerät unter einen unterhalb des ersten liegenden zweiten Sollwert absinkt, wobei das Atemschutzgerät eine Einrichtung aufweist, die dem Benutzer anzeigt, wenn der Luftdurchsatz unter den zweiten Sollwert abgefallen ist.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Es folgt eine lediglich als Beispiel anzusehende Beschreibung der erfindungsgemässen Ausführungsform mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen; es bedeutet:

Figur 1 eine Schemaansicht eines Atemschutzgeräts gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 eine detailliertere Schemaansicht des Atemschutzgeräts



nach Figur 1:

- Figur 3(a) eine im Querschnitt gezeichnete Teil-Seitenansicht eines in dem Atemschutzgerät gemäss Figur 1 ausgebildeten sekundären Luftströmungskanals;
- Figur 3(b) eine Teil-Endansicht des sekundären Luftströmungskanals aus Figur 3(a) in der Richtung 'A';
- Figur 4 eine Reihe typischer Taktdiagramme für das Atemschutzgerät gemäss Figur 1 bei Benutzung in einer ersten Betriebsart nach dem sogenannten Integral- bzw. Integral-plus-Bang-Verfahren; und
- Figur 5 eine Reihe typischer Taktdiagramme für das Atemschutzgerät gemäss Figur 1 bei Benutzung in einer ersten Betriebsart nach dem sogenannten 90°-Phasenvor-eilungs-Verfahren.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Wie aus den Figuren ersichtlich, umfasst in einer Ausführungsform das generell mit Bezugsziffer 5 bezeichnete erfindungsgemässe Atemschutzgerät mit Filtereinrichtung 10 mit Antrieb ein Hauptgehäuse 15, das (in dieser Ausführungsform) zwei Einlässe 20 und einen Auslass 25 aufweist. Das Gehäuse 15 ist ein Spritzguss-Kunststoffgehäuse.

Zwischen den Einlässen 20 und dem Auslass 25 befindet sich eine Kammer 30, in welcher eine Pumpeneinrichtung 35 in Form eines Flügelrads (Gebläses) im wesentlichen koaxial und drehbar angeordnet ist. Wie dies am besten aus Figur 2 hervorgeht ist der Durchmesser des Flügelrads 35 kleiner als derjenige der Kammer, so dass ein Luftströmungskanal 40 zwischen dem äusseren Umfang des Flügelrads 35 und der innenliegende zylindrischen Oberfläche der Kammer 30 gebildet wird.

Im praktischen Betrieb wird das Flügelrad 35 durch einen aus einer Batterie-Einheit 50 mit Strom versorgten Gleichstrommotor 45 angetrieben.

Zwischen dem GS-Motor 45 und Batterie-Einheit 50 sind ein elek-

tronischer Schalter 51 und ein Mikroregler 52 angeordnet. Zweck und Funktionsweise dieses Mikroreglers 52 werden nachfolgend näher erläutert.

In dieser Ausführungsform sind die Filterbehälter (Gehäuse) 60 über jeden der beiden Einlässe 20 mit dem Hauptgehäuse 15 verbindbar, wobei die Befestigung mittels zusammenwirkender Gewindeabschnitte 75, 70 erfolgt, die auf einer Aussenfläche des Filtergehäuses 60 auf oder nahe einem Auslass 84 desselben und einer Innenfläche des Einlasses 20 ausgebildet sind.

Jeder Filterbehälter 60 ist zweckmässigerweise so bemessen und geformt, dass es ein einzelnes Filter bzw. eine Anzahl von Filtern (nicht dargestellt) aufnehmen kann. Weiterhin ist jedes Filtergehäuse 60 mit einer Einlassöffnung 85 versehen. Damit ergibt sich, dass über die Einlassöffnungen 85 ein Luftströmungsweg durch jedes Filtergehäuse 60 hindurch über das/die Filter (nicht dargestellt) hinweg und damit durch den Einlass 20 und die zylindrische Kammer 30 zum Auslass 25 gebildet wird.

Das Hauptgehäuse 15 und die Batterie-Einheit 50 können jeweils mit Vorrichtungen zur Befestigung an einem Körpergurt versehen sein, in dieser Ausführungsform beispielsweise in Form des Gürtels 30.

Der Auslass 25 ist mit seinem ersten Ende 94 eines flexiblen Atem- (Luftzufuhr-)schlauchs 95 verbunden. Dieser Atemschlauch 95 kann gewellt ausgeführt sein. Das zweite Ende 96 des Atemschlauchs ist am Einlass eines Gesichtsteils, in dieser Ausführungsform einer Vollgesichtsmaske 100 mit Kopfgurten 105, angeschlossen.

In oder nahe dem Auslass ist eine Einrichtung vorgesehen zur Steuerung des Flügelrads 35 in Ansprechnung an den Einatembedarf des Benutzers, die einen über ein Signalaufbereitungselement 115 mit einem Mikroregler 52 verbundenen Drucksensor 110 aufweist. Das Signalaufbereitungselement 115 beinhaltet eine Verstärkerfunktion.

Ein Betriebsartschalter (nicht dargestellt), der dem Benutzer das Umschalten des Atemschutzgeräts von einer ersten auf eine zweite Betriebsart ermöglicht, kann auf dem Gehäuse 15 angeordnet sein.

#### ERSTE BETRIEBSART:

Beim Einsatz in der ersten Betriebsart wird ein vom Drucksensor 110 erzeugtes elektrisches Signal periodisch (beispielsweise alle 0.04 Sekunden) verglichen mit einem Sollwert, dessen Grösse im Mikroregler 52 vorprogrammiert wurde, und ein entsprechendes Fehlersignal erzeugt. Der Mikroregler 52 kann sodann das Fehlersignal zur Nachstellung des das Flügelrad 35 antreibenden GS-Motors 45 im Sinne einer Minimierung des Fehlersignals benutzen. Damit stellt das Atemschutzgerät 5 eine atmungsangepasste Luftmenge bereit. Dies ist durch die Figuren 4 und 5 nachgewiesen, die für verschiedene Funktionsweisen des Mikroreglers 52 darstellen: (a) einen typischen Atemzyklus des Benutzers; (b) den vom Drucksensor 110 erfassten Druck am Auslass 25; und (c) den Stromverbrauch des GS-Motors 45 bei Steuerung über den Mikroregler 52.

Wie Figur 4 zeigt, fällt der Druck am Sensor 110 beim Einatmen, um schliesslich bis unter den Sollwert abzusinken. Der Mikroregler 52 ist so konzipiert, dass durch Erhöhung des Stromes zum Motor 45 und so der Motordrehzahl der Druck am Sensor 110 wiedererlangt wird.

Sobald der Sollwert wieder erreicht ist, wird die Stromzufuhr zum Motor 45 auf ihre ursprüngliche Grösse zurückgefahren.

Es sind verschiedene Funktionsweisen des Mikroreglers 52 berücksichtigt, die nachfolgend eingehender erläutert werden sollen:

#### Basis-Integral-Verfahren

Gemäss Figur 4 wurde eine erste Funktionsweise entwickelt, nämlich das sogenannte Basis-Integral-Reglerverfahren, bei dem das Fehlersignal zwischen dem Gebläseauslassdruck und dem Sollwert einmal innerhalb eines jeden Vorgabezeitraums, beispielsweise alle 0.04 s.

errechnet wird. Dieses Fehlersignal wird sodann einer variablen Motordrehzahl zugeschlagen oder von dieser abgezogen, und es wird die Motordrehzahl entsprechend aktualisiert.

Die untenstehende Rechnung wird damit einmal pro Vorgabezeitraum durchgeführt:

$$\text{Motordrehzahl} = \text{Motordrehzahl} \pm (\text{Sollwert} - \text{Gebläseauslassdruck})$$

Alle diese Variablen können 8- oder 16-Bit-Integre sein. Bei Motordrehzahl = 0 ist der Motor voll ein- und bei Motordrehzahl = 255 voll ausgeschaltet. Deshalb sollte bei unter dem Sollwert liegendem Gebläseauslassdruck die Motordrehzahl nach der vorstehenden Formel eingestellt werden.

Es wurde festgestellt, dass bei dieser Methode der Mikroregler 52 Atemzug um Atemzug auf den Atemmodus anspricht.

Die Berechnung lässt sich weiter verbessern durch Hinzufügen eines Verstärkungsfaktors zu dem Fehlerglied wie in der nachstehenden Formel ausgewiesen:

$$\text{Motordrehzahl} = \text{Motordrehzahl} \pm \text{Integraler Verstärkungsfaktor} \\ * (\text{Sollwert} - \text{Gebläseauslassdruck})$$

#### Integral-plus-Bang-Verfahren

Bei der Basis-Integral-Funktionsweise des Mikroreglers 52 besteht das Problem, dass die Motordrehzahl nur während der späten Einatemphase auf volle Drehzahl hochläuft. Dies bedeutet, dass während des späten Teils des Einatmens der Motor 45 immer noch beschleunigt und nicht soviel Luft zuführt, wie dies eigentlich möglich wäre.

Zur Behebung dieses Mangels lassen sich weitere Regel-Algorithmen für den Mikroregler 52 in Betracht ziehen, die sämtlichst geeignet sind, mehr Luft während der späten Einatmen-Phase zuzuführen.

Bei früheren Einsätzen des Gebläses ohne Mikroregler 52 wurde bei

angemessener Atmungsstärke im Innern der Maske 100 immer noch negativer Druck beobachtet. Dies bedeutet, dass es keinen Grund dafür gibt, die Motordrehzahl lediglich zu Beginn der späten Einatemphase hochzufahren, vielmehr sollte er hier bereits mit voller Drehzahl arbeiten.

Dies ist der Grund für die Integral-plus-Bang-Funktionsweise des Mikroreglers 52. Während der Ruhe- und Ausatemphase pflegte der vorbeschriebene Basis-Integral-Regler die Motordrehzahl so auszuregeln, dass ein konstanter Druck am Auslass 25 vorgehalten wurde.

Zur Erfassung des Beginns des Einatmens wurde der Druck am Gebläseauslass 25 mit dem Sollwert verglichen. Nach Absinken des Auslassdrucks unter einen Schwellenwert schaltete der Mikroregler 52 den Motor 45 leistungsmässig wie folgt:

Wenn: (Sollwert - Gebläseauslassdruck) < Schwellenwert

Dann: Motordrehzahl = Motordrehzahl + Integraler Verstärkungsfaktor \* (Sollwert - Gebläseauslassdruck)

Ansonsten: Motor mit voller Leistung

Hierdurch erhält das Flügelrad 35 am Anfang der späten Einatemphase einen grösseren Schub. Dieses Verfahren hat natürlich den Nachteil eines höheren Stromverbrauchs.

#### 90°-Phasenvoreil-Verfahren

Wie Figur 5 zeigt, bedient sich ein weiteres Verfahren, das als 90°-Phasenvoreil-Methode bezeichnet werden kann, der Tatsache, dass der Atemmodus des Benutzers und damit das Fehlersignal innerhalb eines typischen Frequenzbereichs von 0.3 bis 6 rad/s periodisch ist. Durch Voreilen der Phase des Fehlersignals kann die Drehzahl des Motors 45 in Erwartung eines Atemvorgangs hochgefahren werden. Ein Phasenvoreil-Regler wurde für eine Phasenvoreilung von 90° über diesen Frequenzbereich hinweg berechnet und auf 2 rad/s zentriert. Damit ergab sich die folgende Übertragungsfunktion (G) der Zeit(s):

$$G(s) = \frac{(1 + 1.37s)^2}{(1 + 0.18s)^2}$$

Unter Benutzung einer Musterfrequenz von 25 Hz lässt sich der Phasenvoreil-Regler durch bilineare Umwandlung auf das folgende Digitalfilter umstellen:

$$\text{Digitalfilterauslass } y_k = 1.63y_{k-1} - 0.64y_{k-2} + 0.833e_k - 1.619e_{k-1} + 0.786e_{k-2}$$

wobei  $k$  eine Konstante ist.

Das obige Filter enthält einen Verstärkungsabgleich zur Verringerung des Verstärkungsfaktors bei hoher Frequenz.

Der Phasenvoreil-Regler ist über eine Festpunktrechnung kodierbar, um den Koeffizienten der Gleichung die erforderliche Genauigkeit mitzugeben. Volle IEEE-Gleitpunktalgorithmen sind wahlweise einsetzbar.

Beim 90°-Phasenvoreil-Regler haben sich Durchführungsprobleme ergeben, so dass ein einfacherer 45°-Phasenvoreil-Regler eingesetzt werden kann. Hierbei ergab sich die folgende Übertragungsfunktion:

$$G(s) = \frac{(1 + 1.37s)}{(1 + 0.18s)}$$

Wie beim Basis-Integral-Regler lief auch hier der Motor 45 beim Einatmen hoch, jedoch zur Deckung des Bedarfs nicht schnell genug. Der 45°-Phasenvoreil Regler kann daher auch zur Erstellung eines 90°-Reglers kaskadiert werden.

## ZWEITE BETRIEBSART

Wie weiter aus Figur 2 ersichtlich; weist das Atemschutzgerät ausserdem auf eine Vorrichtung, die das Absinken der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Gerät 5 unter einen ersten Sollwert erfasst, sowie eine Steuervorrichtung zur Regulierung des Flügelrads 35 dergestalt, dass eine über dem ersten Sollwert liegende Grösse des Luftdurchsatzes wiedererlangt wird, wenn dieser unter den ersten Sollwert abgesunken war. Die Erfassungseinrichtung erfasst weiterhin ein Absinken der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Atemschutzgerät unter einen unterhalb des ersten Sollwerts liegenden zweiten Sollwert und

es umfasst das Atemschutzgerät weiterhin eine Meldeeinrichtung, die dem Benutzer anzeigt, wenn die Grösse des Luftdurchsatzes unter den zweiten Sollwert absinkt. Eine Verringerung des Luftstromes kann beispielsweise durch das Zusetzen des Filters während des Betriebs oder den Austausch eines Filters/von Filtern gegen ein Filter/eine Anzahl von Filtern mit grösserem Luftströmungswiderstand verursacht werden.

Die Erfassungseinrichtung weist einen sekundären Luftströmungskanal 116 nahe dem Auslass 25 auf, der an beiden Enden mit einem zum Auslass 25 führenden primären Luftströmungskanal 117 in Verbindung steht. Der sekundäre Kanal 116 ist mit einem in diesem angeordneten Durchfluss-Sensor in Form eines Thermistors 120 versehen, der mit dem Mikroregler 52, einem zweiten Signalaufbereitungselement 115 sowie einer akustischen/optischen Meldeeinrichtung 130 verbunden ist. Der Mikroregler 52 ist mit ersten und zweiten Sollwerten und einem Soll-Luftdurchsatz vorprogrammiert.

Beim Einsatz in der zweiten Betriebsart stellt das Gerät 5 keine atmungsangepasste Luftmenge zur Verfügung. Ein Thermistor 120 vergleicht das erfasste Signal mit beiden Sollwerten; ist das erfasste Signal kleiner als der erste Sollwert, so erhöht der Mikroregler 52 die Drehzahl des Flügelrads 35 in der Weise, dass die Grösse des Luftdurchsatzes auf die vorgegebene Durchsatzmenge erhöht wird.

Es besteht im Betrieb die Möglichkeit, dass das Filter/die Filter zugesetzt bzw. verstopft wird/werden mit dem Ergebnis, dass eine Erhöhung des Luftdurchsatzes auf den Vorgabewert verhindert wird. In diesem Falle kann das erfasste Signal unter den zweiten Sollwert absinken und wird die Meldeeinrichtung aktiviert, mit der der Benutzer gewarnt wird, wenn der Luftdurchsatz unzureichend ist.

Der Thermistor 120 ist (in dieser Ausführungsform) ein Mikroperlen-Thermistor der beispielsweise von der Firma Fenwal Electronics Inc. unter der Code-Nr. 111 202 CAK R01 hergestellten Art. Wahlweise kann ein sogenannter "Betacurve-small-precision matched NTC" mit abgeglicherer R-T Kurve eingesetzt werden.

Der sekundäre Luftströmungskanal 116 lässt sich auf unterschiedliche Art ausbilden. Die Figuren 3(a) und (b) zeigen eine Art der Ausbildung dieses sekundären Kanals 116 auf der Innenseite einer Wand 135 des primären Luftströmungskanals 117 mittels einer Wandung 140, die aus fest miteinander verbundenen halbkegelstumpfförmigen und halbzylindrischen Abschnitten 145, 150 besteht sowie einen Einlass 155 und einen Auslass 160 aufweist. Der Thermistor 120 ist zweckmässigerweise im Innern des sekundären Strömungskanals 116 untergebracht.

Bei dieser Ausführungsform liegt das Grössenverhältnis des Einlasses 155 zum Auslass 160 bei 1:7. Hierdurch werden im Zusammenwirken mit der Form der Wandung 140 die Geschwindigkeit und Turbulenz der Luftströmung durch den Kanal verringert, so dass ein gleichmässigeres bzw. repräsentativeres Signal vom Thermistor 120 her anfällt.

Abschliessend sei noch darauf hingewiesen, dass die vorbeschriebenen Ausführungsformen der Erfindung lediglich als Beispiele zu verstehen sind und keinerlei Einschränkung hinsichtlich des Schutzzumfangs der Erfindung ableiten.



17.08.98

94 302 544,4

### Patentansprüche

01. Atemschutzgerät (5) mit einer Filtereinrichtung (10) mit Antrieb bestehend aus einem Gehäuse (15) mit mindestens einem Einlass (20) und einem Auslass (25), einer zwischen dem mindestens einen Einlass und dem Auslass angeordneten Pumpe (35) zum Förderung von Luft zwischen denselben, und einem Filter bzw. einer Anzahl von Filtern, der/die dem Einlass/den Einlässen zugeordnet ist/ sind, wobei der Auslass mit einem ersten Ende (94) eines Atemschlauchs (95) und ein zweites Ende des Schlauchs mit einem Gesichtsteil verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung mit Antrieb weiterhin zwischen dem Einlass/den Einlässen und dem Auslass eine Einrichtung zur Regulierung der Pumpe zur Steuerung der Grösse des Luftdurchsatzes entsprechend dem jeweils vorhergehenden Atemmodus des Benutzers aufweist.
02. Atemschutzgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesichtsteil in Form einer Vollmaske (100), einer Halbmaske, einer Viertelmaske oder eines Mundstücks bzw. als Teil eines Helms, einer Haube, eines Kittels oder eines Anzugs vorgesehen sein kann.
03. Atemschutzgerät nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung einen mit einem Mikroregler (52) verbundenen Drucksensor (110) aufweist, welcher im praktischen Einsatz ein von dem Drucksensor erzeugtes elektrisches Signal periodisch mit einem im Regler gespeicherten Sollwert vergleicht und ein Fehlersignal erzeugt, wobei die Pumpe betriebsmässig so gesteuert wird, dass das Fehlersignal weitgehendst mini-

miert wird.

04. Atemschutzgerät nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das bzw. jedes Filter in einem mit dem jeweiligen Einlass verbindbaren Filtergehäuse (60) untergebracht ist.
05. Atemschutzgerät nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das bzw. jedes Filter in dem Gehäuse der Filtereinrichtung mit Antrieb angeordnet ist.
06. Atemschutzgerät nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung einen Drucksensor aufweist, der verbunden ist mit einem Mikroregler mit einer Einrichtung zur Speicherung von den jeweils vorhergehenden Atemmodus des Benutzers repräsentierenden Daten sowie einer Einrichtung zur Vorausbestimmung des zu erwartenden Luftbedarfs des Anwenders und zur entsprechenden Steuerung der Pumpe.
07. Atemschutzgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (110) in oder nahe dem Gehäuseauslass angeordnet ist.
08. Atemschutzgerät nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Regulierung der Pumpe die letztere nach der untenstehenden Übertragungsfunktion (G) der Zeit (s) steuert

$$G(s) = \frac{(1 + 1,37s)}{(1 + 0,18s)}$$

09. Atemschutzgerät nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Regulierung

der Pumpe die letztere nach der untenstehenden Übertragungsfunktion (G) der Zeit (s) steuert:

$$G(s) = \frac{(1 + 1,37s)^2}{(1 + 0,18s)^2}$$

10. Atemschutzgerät nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gerät weiterhin eine Einrichtung zum Erfassen des Absinkens der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Atemschutzgerät unter einen ersten Sollwert aufweist, sowie eine Einrichtung zur Regulierung der Pumpe dergestalt, dass bei unter den ersten Sollwert abgefallener Grösse des Luftdurchsatzes eine über diesem ersten Sollwert liegender Grösse des Luftdurchsatz wiedererlangt wird.
11. Atemschutzgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung weiterhin ein Absinken der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Atemschutzgerätes unter einen unterhalb des ersten liegenden zweiten Sollwert erfasst, und dass das Atemschutzgerät weiterhin eine Meldeeinrichtung aufweist, die dem Benutzer anzeigt, wenn die Grösse des Luftdurchsatzes unter den zweiten Sollwert abgefallen ist.
12. Atemschutzgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung einen zwischen dem Einlass/ den Einlässen und dem Auslass angeordneten Luftströmungskanal (116) aufweist, mit einem in diesem angeordneten Thermistor (120), der mit dem Mikroregler und einer akustischen bzw. optischen Meldeeinrichtung verbunden ist, wobei der Mikroregler den ersten und zweiten Sollwert speichert und wobei im praktischen Einsatz ein vom Thermistor erfasstes Signal mit dem/den gespeicherten Sollwert(en) ver-

gleicht und die Pumpen-Steuereinrichtung die Pumpe so regelt, dass bei unter den ersten Sollwert abgefallener Grösse des Luftdurchsatzes ein Luftdurchsatz wiedererlangt wird, der über diesem ersten Sollwert liegt, wenn das erfasste Signal kleiner ist als der erste Sollwert, oder die Meldeeinrichtung aktiviert wird, wenn das erfasste Signal kleiner ist als der zweite Sollwert.

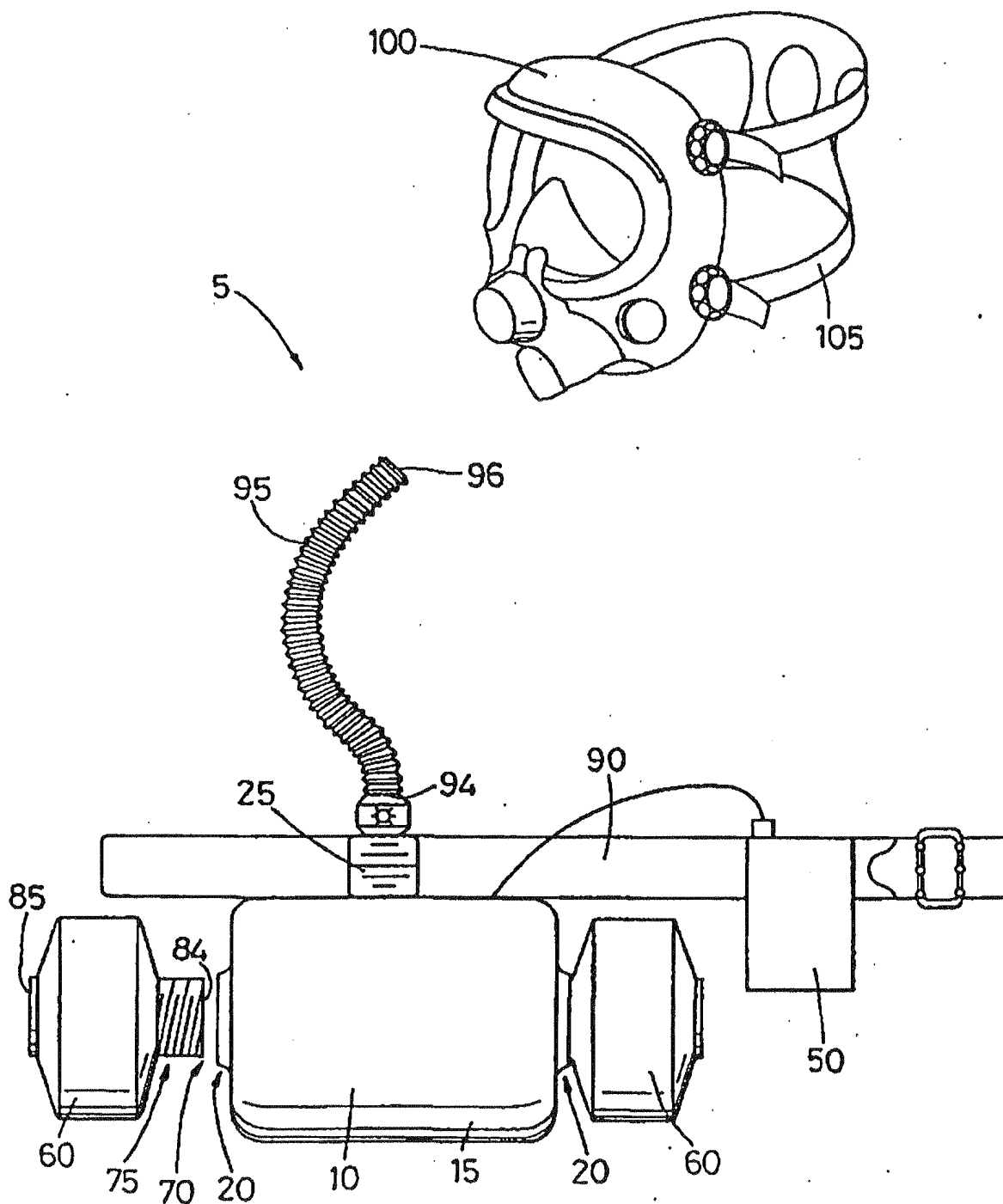
13. Atemschutzgerät nach irgendeinem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung in oder nahe dem Auslass angeordnet ist.
14. Filtereinrichtung mit Antrieb (10) mit einem Gehäuse (15), das mindestens einen Einlass (20) sowie einen Auslass (25) aufweist, und einer zwischen dem mindestens einen Einlass und dem Auslass angeordneten Pumpe zur Förderung von Luft zwischen denselben, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung weiter eine Vorrichtung zur Regulierung der Pumpe und damit der Grösse des Luftdurchsatzes zwischen dem Einlass/den Einlässen und dem Auslass in Anspreckung auf den jeweils vorhergehenden Atemmodus des Benutzers aufweist.
15. Filtereinrichtung mit Antrieb nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung zur Regulierung der Pumpe in oder nahe dem Auslass des Gehäuses angeordnet ist.
16. Filtereinrichtung mit Antrieb nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung weiterhin eine Vorrichtung aufweist, die das Absinken der Grösse des Luftdurchsatzes durch das Gerät unter einen ersten Sollwert anzeigt, und eine Steuervorrichtung zur Regulierung der Pumpe dergestalt, dass eine über dem ersten Sollwert liegende Grösse des Luftdurchsatzes wiedererlangt wird, wenn dieser unter den ersten Sollwert abgesunken war.

17.08.99

44 304 07418

1/5

Neu eingereicht / Newly filed  
Nouvellement déposé



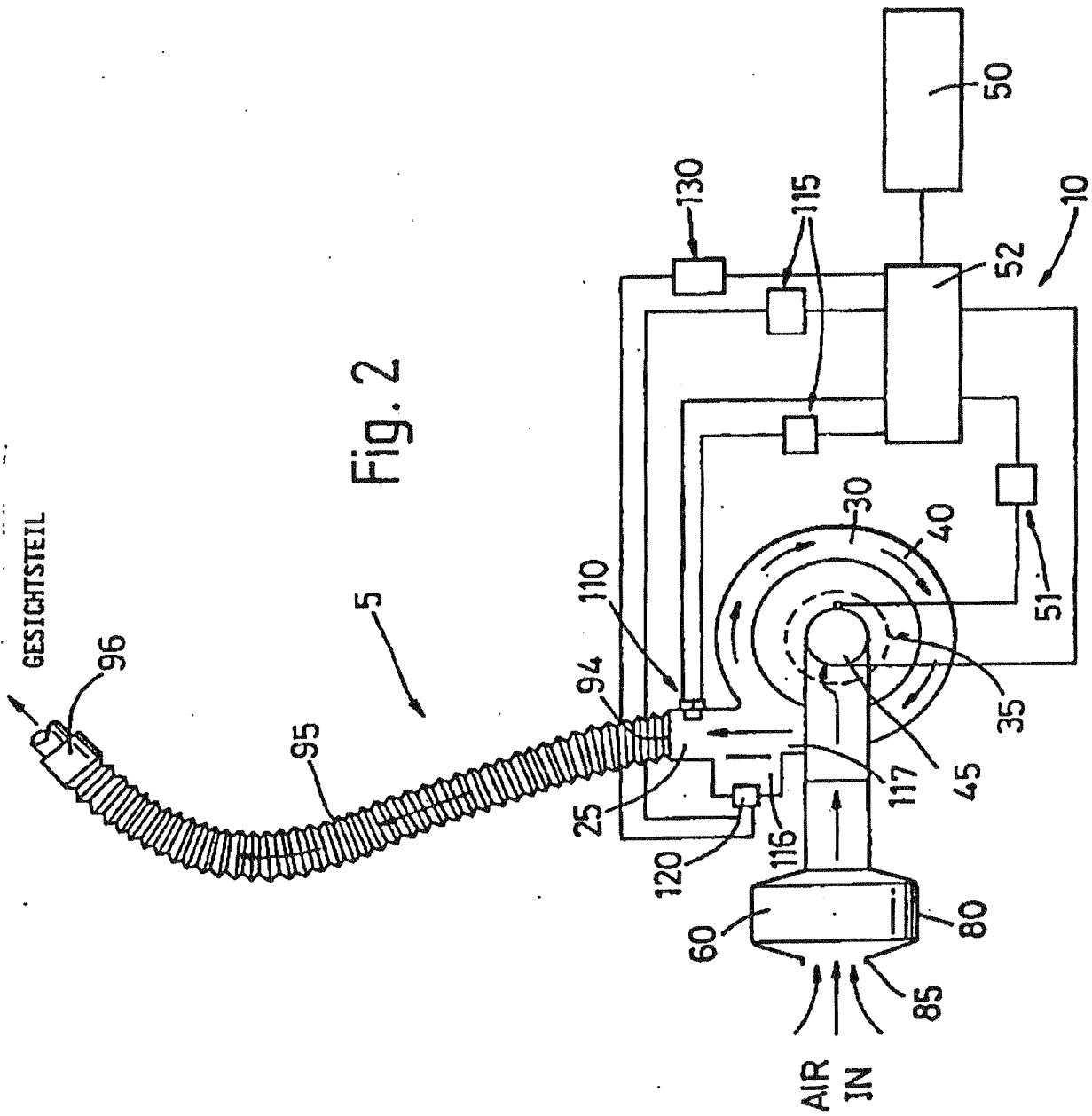
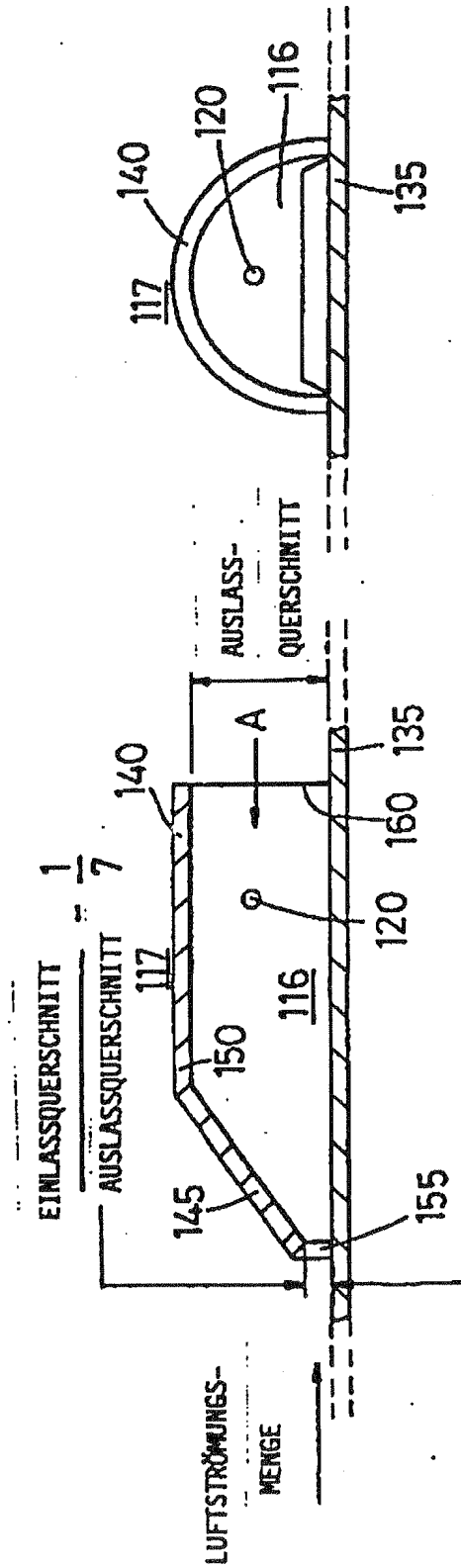


Fig. 2

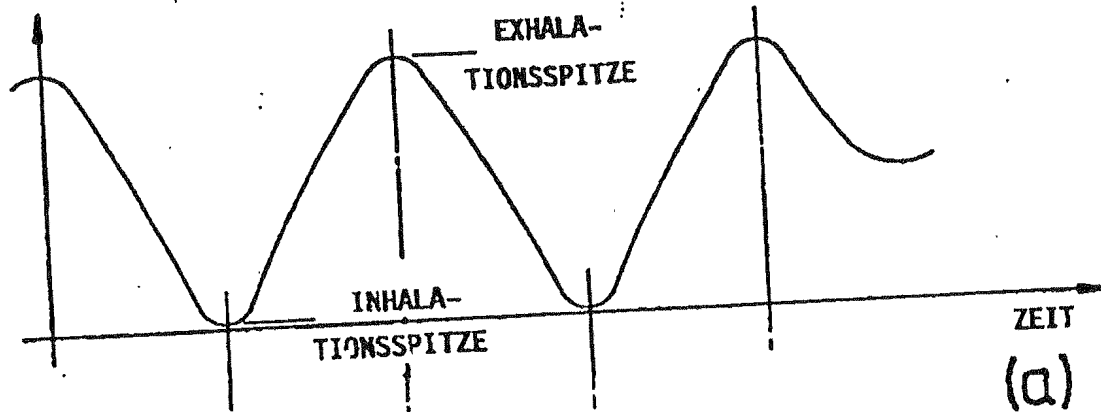


17.08.99 05.04

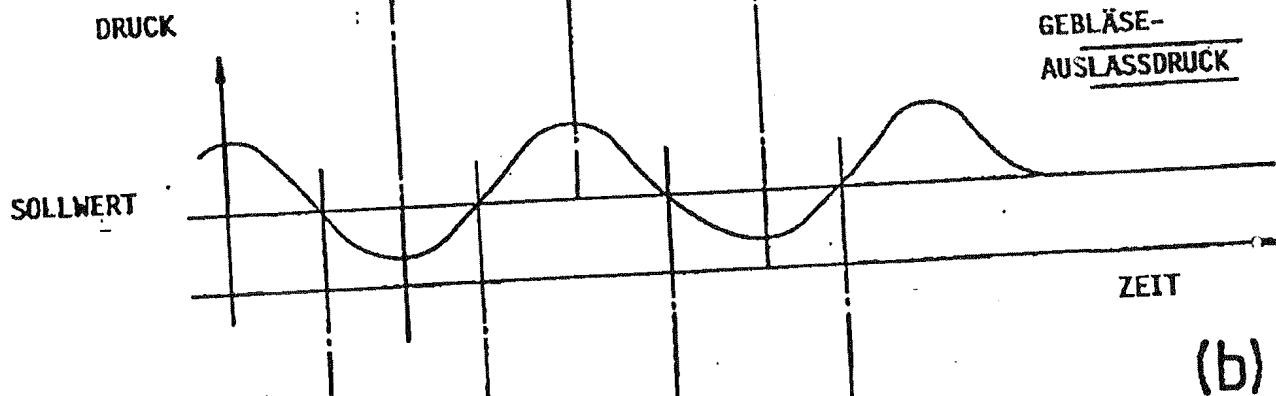
4/5

ATEMZYKLUS

DRUCK



DRUCK



MOTOR-  
LEISTUNG

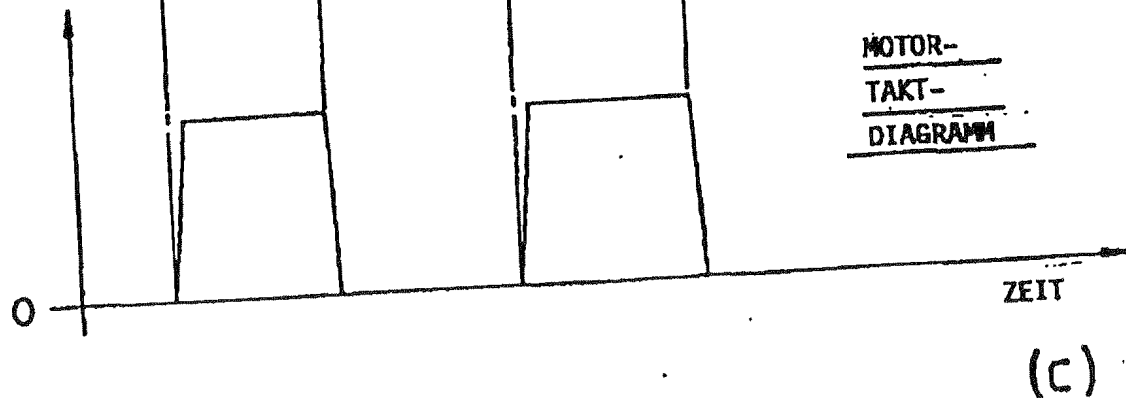


Fig. 4



17.08.99

08.05.99

5/5

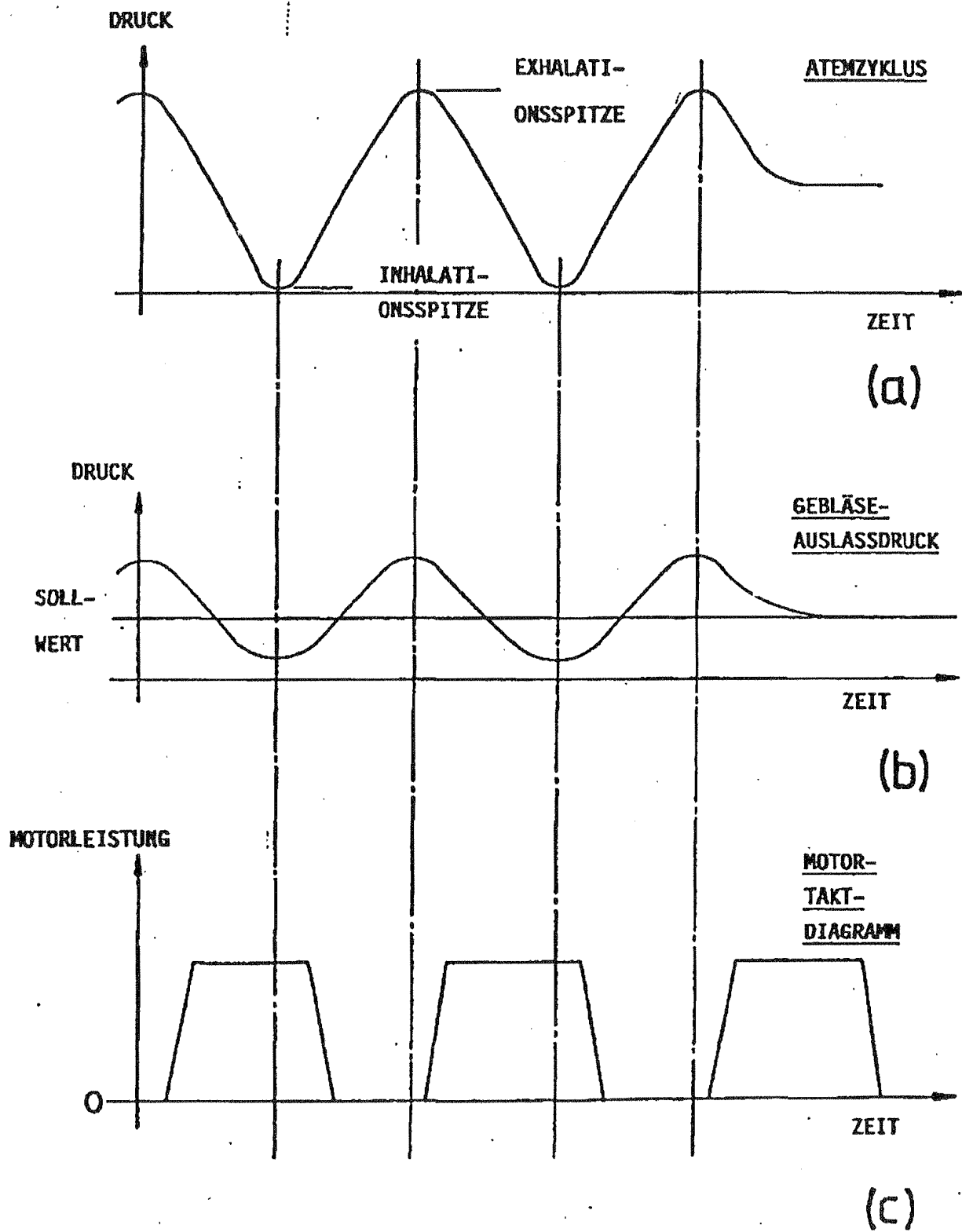


Fig. 5